

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/24511 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04N 1/60

Uwe-Jens [DE/DE]; Am Fährberg 25, 24107 Landwehr
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02959

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. August 2000 (31.08.2000)

(74) Gemeinsamer Vertreter: HEIDELBERGER DRUCK-
MASCHINEN AKTIENGESELLSCHAFT; Preuss, Di-
eter, TPT-R4, Siemenswall, 24107 Kiel (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(30) Angaben zur Priorität:
199 46 585.1 29. September 1999 (29.09.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Kurfürsten-An-
lage 52-60, 69115 Heidelberg (DE).

Veröffentlicht:
— Mit internationalem Recherchenbericht.

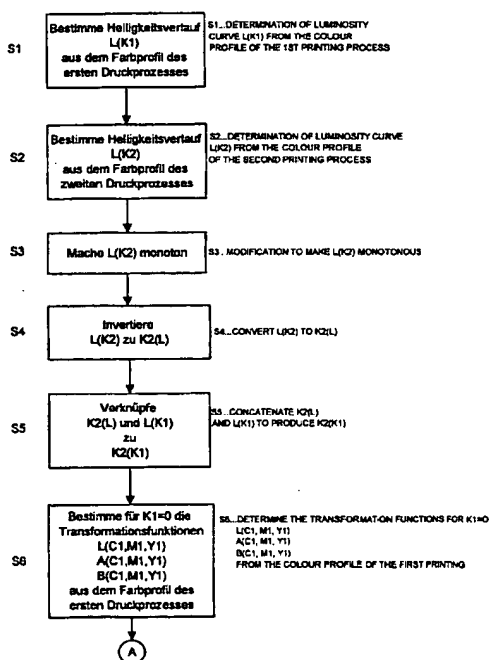
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRABbenhöFT,

(54) Title: METHOD FOR ADAPTING A PRINTING PROCESS WITH MAINTENANCE OF THE BLACK STRUCTURE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DRUCKPROZESSANPASSUNG MIT ERHALTUNG DES SCHWARZAUFBAUS



(57) Abstract: Disclosed is a method for producing a transformation in area of colour, whereby the colour values of a first printing process are converted to the colour values of a second printing process in such a way that the black structure of the first printing process is substantially transferred to the second printing process and the visual impression of the printed colours in both printing processes are substantially the same. The colour reproduction qualities of the printing processes are characterised by color profiles which indicate a correspondence between the colour values dependent upon a device of the printing processes (CMYK) and the colour values of an area of colour which are independent of a device (LAB). The luminosity curves (L) are determined from these colour profiles according to the black printing inks (K) and the luminosity curves (LAB) are determined according to the coloured printing inks (CMY). Both luminosity curves are combined to obtain the desired transformation of said area of colour.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Erzeugung einer Farbraumtransformation beschrieben, mit der die Farbwerte eines ersten Druckprozesses in die Farbwerte eines zweiten Druckprozesses umgesetzt werden, so daß der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses im wesentlichen in den zweiten Druckprozess übernommen wird und der visuelle Eindruck der gedruckten Farben in beiden Druckprozessen im wesentlichen gleich ist, wobei die Farbwiedergabeeigenschaften der Druckprozesse durch Farbprofile charakterisiert sind, die eine Zuordnung zwischen den geräteabhängigen Farbwerten der

Druckprozesse (CMYK) und den Farbwerten eines geräteunabhängigen Farbraums (LAB) angeben. Aus den Farbprofilen werden Helligkeitsverläufe (L) in Abhängigkeit von der schwarzen Druckfarbe (K) und Farbverläufe (LAB) in Abhängigkeit von den bunten Druckfarben (CMY) bestimmt und zu der gesuchten Farbraumtransformation verknüpft.

WO 01/24511 A1

Verfahren zur Druckprozeßanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektronischen Reproduktionstechnik und betrifft ein Verfahren zur Anpassung von Farbwerten, die für einen ersten Druckprozeß erzeugt wurden, auf einen zweiten Druckprozeß, so daß der visuelle Eindruck der Farben in beiden Druckprozessen gleich ist.

In der Reproduktionstechnik werden Druckvorlagen für Druckseiten erzeugt, die alle zu druckenden Elemente wie Texte, Grafiken und Bilder enthalten. Im Fall der elektronischen Herstellung der Druckvorlagen liegen diese Elemente in Form von digitalen Daten vor. Für ein Bild werden die Daten z.B. erzeugt, indem das Bild in einem Scanner punkt- und zeilenweise abgetastet wird, jeder Bildpunkt in Farbkomponenten zerlegt wird und die Farbkomponenten digitalisiert werden. Üblicherweise werden Bilder in einem Scanner in die Farbkomponenten Rot, Grün und Blau [R,G,B] zerlegt, also in die Komponenten eines dreidimensionalen Farbraums. Für den farbigen Druck werden jedoch andere Farbkomponenten benötigt. Beim Vierfarbdruck sind das die Druckfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz [C,M,Y,K], also die Komponenten eines vierdimensionalen Farbraums. Dazu müssen die Bilddaten vom RGB-Farbraum des Scanners in den CMYK-Farbraum des zu verwendenden Druckprozesses transformiert werden.

Solche Farbraumtransformationen werden in der Reproduktionstechnik benötigt, weil alle Geräte und Prozesse ihre Einschränkungen und Besonderheiten bei der Darstellung und Wiedergabe der Farben haben, und alle Geräte und Prozesse verschiedene solche Eigenschaften haben. Deshalb gibt es für verschiedene Geräte und Prozesse wie Scanner, Monitore, Proofausgabegeräte, Druckprozesse usw. unterschiedliche Farbräume, die die Farbeigenschaften des Geräts bzw. Prozesses jeweils optimal beschreiben und die als geräteabhängige Farbräume (englisch: device dependent color space) bezeichnet werden.

Neben den geräteabhängigen Farbräumen gibt es noch geräteunabhängige Farbräume (englisch: device independent color space), die auf den menschlichen Seheigenschaften eines sogenannten Normalbeobachters basieren. Solche Farbräu-

- 2 -

me sind beispielsweise der von der Standardisierungskommission CIE (Commission Internationale d'Éclairage) definierte XYZ-Farbraum oder der daraus abgeleitete LAB-Farbraum, wobei sich der LAB-Farbraum in der Technik stärker durchgesetzt hat. Will man wissen, ob zwei Farben vom menschlichen Auge als gleich
5 oder verschieden empfunden werden, so genügt dazu die Messung der XYZ- bzw. LAB-Farbkomponenten. Die LAB-Farbkomponenten bilden einen Farbraum mit einer Helligkeitsachse [L] und zwei Farbachsen [A,B], die man sich in der Ebene eines Farbkreises vorstellen kann, durch dessen Mittelpunkt die Helligkeitsachse verläuft. Die LAB-Farbkomponenten stehen mit den XYZ-Farbkomponenten über
10 nichtlineare Umrechnungsgleichungen miteinander in Beziehung.

Ein Gerät bzw. Prozeß kann bezüglich seiner Farbeigenschaften charakterisiert werden, indem allen möglichen Wertekombinationen des zugehörigen geräteabhängigen Farbraums die LAB-Farbkomponenten zugeordnet werden, die ein
15 Mensch bei der mit diesen Wertekombinationen erzeugten Farben sieht. Für einen Druckprozeß erzeugen die verschiedenen CMYK-Wertekombinationen jeweils eine andere gedruckte Farbe. Mit einem Farbmeßgerät kann man die LAB-Komponenten der gedruckten Farben ermitteln und den CMYK-Wertekombinationen zuordnen. Eine solche Zuordnung, die die mit einem Gerät bzw. Prozeß erzeugten
20 geräteabhängigen Farben zu einem geräteunabhängigen Farbraum (XYZ oder LAB) in Beziehung setzt, wird auch als Farbprofil bezeichnet, im Fall eines Druckprozesses als Ausgabe-Farbprofil. Die Definition und Datenformate für Farbprofile sind vom ICC standardisiert worden (International Color Consortium - Specification ICC.1:1998-09). In einem ICC-Farbprofil ist die Zuordnung der Farbräume in beiden Richtungen gespeichert, z.B. die Zuordnung LAB = f1 (CMYK) und die invertierte Zuordnung CMYK = f2 (LAB).
25

Die mit einem Farbprofil festgelegte Zuordnung kann mit Hilfe eines Tabellenspeichers (englisch: look-up table) realisiert werden. Wenn z.B. den CMYK-Farbkomponenten eines Druckprozesses die LAB-Farbkomponenten zugeordnet werden
30 sollen, muß der Tabellenspeicher für jede mögliche Wertekombination der CMYK-Farbkomponenten einen Speicherplatz haben, in dem die zugeordneten LAB-Farbkomponenten gespeichert sind. Dieses einfache Zuordnungsverfahren hat je-

- 3 -

doch den Nachteil, daß der Tabellenspeicher sehr groß werden kann. Wenn jede der Farbkomponenten [C,M,Y,K] mit 8 Bit digitalisiert wurde, d.h. $2^8 = 256$ Dichtestufen hat, gibt es $256^4 = 4.294.967.296$ mögliche Wertekombinationen der CMYK-Farbkomponenten. Der Tabellenspeicher muß also 4.294.967.296 Speicherzellen mit je 3 Byte Wortlänge (je ein Byte für L, A, B) haben. Damit wird der

5 Tabellenspeicher 12,3 Gigabyte groß.

Um die Größe des Tabellenspeichers zu reduzieren, wird deshalb eine Kombination von Tabellenspeicher und Interpolationsverfahren zur Beschreibung eines

10 Farbprofils und zur Realisierung einer entsprechenden Farbraumtransformation eingesetzt. In dem Tabellenspeicher sind nicht die Zuordnungen für alle möglichen Wertekombinationen der CMYK-Farbkomponenten gespeichert, sondern nur für ein gröberes, regelmäßiges Gitter von Stützstellen im CMYK-Farbraum. Das Gitter wird gebildet, indem in jeder Komponentenrichtung nur jeder k-te Wert als

15 Gitterpunkt genommen wird. Für $k = 16$ wird also in jeder Komponente jeder sechzehnte Wert von den 256 möglichen Werten als Gitterpunkt genommen. Das Gitter hat demnach in jeder Komponentenrichtung $256/16 = 16$ Gitterpunkte, d.h. für den gesamten CMYK-Farbraum $16 \times 16 \times 16 \times 16 = 65.536$ Gitterpunkte. Für jeden Gitterpunkt werden die zugeordneten Komponenten des LAB-Farbraums in

20 dem Tabellenspeicher als Stützstellen gespeichert. Für CMYK-Wertekombinationen, die zwischen den Gitterpunkten liegen, werden die zuzuordnenden LAB-Werte aus den benachbarten Stützstellen interpoliert. Für die invertierte Zuordnung $CMYK = f_2(LAB)$ wird im LAB-Farbraum beispielsweise ein Gitter von $16 \times 16 \times 16 = 4096$ Gitterpunkten gebildet und im Tabellenspeicher die zugeordneten

25 CMYK-Werte als Stützstellen gespeichert.

Der Stand der Technik und die Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 4 näher beschrieben.

Es zeigen:

30

Fig. 1 ein Blockdiagramm für eine Druckprozeßanpassung (Stand der Technik),

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm für die Erzeugung einer Druckprozeßanpassung nach der Erfindung,

5 Fig. 3 einen nicht monotonen Helligkeitsverlauf, und

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm für die Optimierung einer Druckprozeßanpassung nach der Erfindung.

10 Die in den Farbprofilen gegebenen Zuordnungen zwischen geräteabhängigen Farbräumen und einem geräteunabhängigen Farbraum (z.B. LAB) können zur Farbraumtransformation zwischen den geräteabhängigen Farbräumen verwendet werden, so daß z.B. die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ eines ersten Druckprozesses so in die Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ eines zweiten Druckprozesses umgerechnet werden,
15 den, daß der zweite Druck nach dem visuellen Eindruck die gleichen Farben hat wie der erste Druck. Fig. 1a und Fig. 1b zeigen eine Farbraumtransformation für eine solche Druckprozeßanpassung nach dem Stand der Technik in einem Blockdiagramm. In Fig. 1a werden eine erste Farbraumtransformation (1) von den Farbwerten $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses in LAB-Farbwerte und eine
20 zweite Farbraumtransformation (2) von den LAB-Farbwerten in die Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ des zweiten Druckprozesses nacheinander ausgeführt. Die beiden Farbraumtransformationen (1) und (2) können auch zu einer äquivalenten Farbraumtransformation (3) kombiniert werden, die direkt die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ und die Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ einander zuordnet (Fig. 1b). Da
25 über den geräteunabhängigen LAB-Zwischenfarbraum jeweils die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ und $[C2, M2, Y2, K2]$ einander zugeordnet werden, die die gleichen LAB-Farbwerte ergeben, werden die zugeordneten Druckfarben in den beiden Druckprozessen innerhalb des Druck-Farbumfangs als visuell gleich empfunden. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, daß der sogenannte Schwarzaufbau
30 des ersten Druckprozesses verloren geht. Unter Schwarzaufbau versteht man die Zusammensetzung von gedruckten Farben bezüglich ihres Anteils an der schwarzen Druckfarbe K. Insbesondere wird angestrebt, daß rein schwarze Farben, wie

- 5 -

z.B. Textblöcke, nur mit der Druckfarbe K aufgebaut sind, d.h. keine CMY-Anteile enthalten. Mit dem beschriebenen Verfahren nach dem Stand der Technik kann nicht erreicht werden, daß rein schwarze Farben, die im ersten Druckprozeß nur mit der Druckfarbe K aufgebaut sind, auch im zweiten Druckprozeß nur mit der Druckfarbe K aufgebaut sind. Im allgemeinen werden auf der Basis der visuellen Gleichheit, d.h. gleicher LAB-Farbwerte, im zweiten Druckprozeß Mischfarben zugeordnet, die zwar überwiegend Anteile der Druckfarbe K enthalten, aber auch CMY-Anteile. Dies führt unter anderem dazu, daß schwarze Texte und Striche nach der Druckprozeßanpassung bei Registerfehlern in der Druckmaschine farbige Ränder bekommen.

Bei dem Verfahren nach dem Stand der Technik ist außerdem nicht sichergestellt, daß der Helligkeitsverlauf in schwarzen bzw. grauen Farben, wie er im ersten Druckprozeß eingestellt ist, nach der Anpassung im zweiten Druckprozeß richtig wiedergegeben wird. Der Grund dafür ist, daß die zugeordneten schwarzen bzw. grauen Farben des zweiten Druckprozesses zusätzliche CMY-Anteile enthalten und daß der K-Anteil nach dem Helligkeitsverlauf des zweiten Druckprozesses gebildet ist, der bei der Erstellung des Farbprofils des zweiten Druckprozesses eingestellt war.

Ein weiterer Nachteil des beschriebenen Verfahrens ist, daß der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses in den bunten Farben verloren geht. Da man im vierfarbigen Drucksystem die gleiche Farbe mit vielen verschiedenen CMYK-Wertekombinationen drucken kann, ist das System mehrdeutig, und man kann wählen, ob graue Farben und dunkle Farben mit einem höheren Anteil der schwarzen Druckfarbe K und entsprechend geringeren Anteilen der farbigen Druckfarben [C,M,Y] oder mit einem geringeren Anteil K und entsprechend höheren Anteilen [C,M,Y] gedruckt werden sollen. Diese Entscheidung wird mit bekannten Verfahren wie beispielsweise Under-Color-Removal (UCR) oder Gray-Component-Reduction (GCR) getroffen. Die Entscheidung, die für die Farbwerte [C1,M1,Y1,K1] des ersten Druckprozesses getroffen wurde, wird nach dem beschriebenen herkömmlichen Verfahren der Druckprozeßanpassung nicht in die

- 6 -

zugeordneten Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ des zweiten Druckprozesses übernommen. Vielmehr sind die zugeordneten Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ nach dem Schwarzaufbau des zweiten Druckprozesses gebildet, der bei der Erstellung des Farbprofils des zweiten Druckprozesses eingestellt war.

5

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die zuvor genannten Einschränkungen und Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren zur Druckprozeßanpassung von einem ersten Druckprozeß mit den Farbwerten $[C1, M1, Y1, K1]$ zu einem zweiten Druckprozeß mit den Farbwerten $[C2, M2, Y2, K2]$ anzugeben, das auf der Basis gegebener Farbprofile für die beiden Druckprozesse arbeitet, und wobei sowohl die visuell empfundenen Farben als auch der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses erhalten bleiben. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

15

Fig. 2a bis Fig. 2c zeigen die einzelnen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens als Ablaufdiagramm. Im Schritt S1 wird zunächst aus dem Farbprofil des ersten Druckprozesses der Helligkeitsverlauf in Abhängigkeit vom Farbwert $K1$ bestimmt, d.h. die Funktion $L(K1)$. Wie zuvor erläutert gibt das Farbprofil einen Zusammenhang zwischen den LAB-Farbwerten und den Farbwerten $[C1, M1, Y1, K1]$ an. Den gesuchten Helligkeitsverlauf gewinnt man daraus, indem man $C1=0$, $M1=0$ und $Y1=0$ setzt und den Wert $K1$ variiert. Wenn die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ zum Beispiel mit jeweils 8 bit gespeichert sind, wird $K1 = 0 \dots 255$ variiert. Die daraus resultierenden L-Werte ergeben den Helligkeitsverlauf $L(K1)$.

25

Im Schritt S2 wird in gleicher Weise aus dem Farbprofil des zweiten Druckprozesses der Helligkeitsverlauf $L(K2)$ ermittelt. Die Funktion $L(K2)$ hat im allgemeinen einen monotonen Verlauf. Falls sie bedingt durch Rechenungenauigkeiten oder andere Einflüsse an manchen Stellen doch nicht monoton ist, wird sie im Schritt S3 so modifiziert, daß sie einen monotonen Verlauf erhält. Fig. 3 veranschaulicht das an einem Beispiel. Die Funktion $L(K2)$, d.h. der Helligkeitsverlauf (4), hat in dem Beispiel einen allgemeinen monoton fallenden Verlauf, bis auf den Bereich

30

- 7 -

(5), in dem die Funktion ansteigt. Die Nicht-Monotonie wurde in Fig. 3 zur Verdeutlichung stark übertrieben gezeichnet. Mit einem beliebigen geeigneten Verfahren wird der Funktionsverlauf so abgeändert, daß er auch im Bereich (5) monoton wird. Beispielsweise wird mit steigenden K2-Werten der Funktionswert L
 5 solange konstant gehalten, bis wieder kleinere Funktionswerte L auftreten (6). Eine andere Möglichkeit ist, die Funktion mit einem Interpolationsverfahren zu glätten (7). Für die Erfindung ist es nicht wesentlich, nach welchem Verfahren die Monotonie der Funktion $L(K2)$ hergestellt wird. Wichtig ist nur, daß die Funktion monoton gemacht wird, damit der folgende Verfahrensschritt S4 ausgeführt werden
 10 kann.

Im Schritt S4 wird der Helligkeitsverlauf $L(K2)$ invertiert, so daß man die Funktion $K2(L)$ erhält. Anschließend werden im Schritt S5 die Funktionen $L(K1)$ und $K2(L)$ durch "Hintereinanderschalten" verknüpft, d.h. die Funktion
 15

$$K2[L(K1)] = K2(K1) \quad (1)$$

gebildet. Diese Transformationsfunktion gibt für rein schwarze bzw. graue Farben an, welcher Farbwert K2 im zweiten Druckprozeß zu verwenden ist, damit der gleiche visuelle Helligkeitseindruck erzeugt wird wie mit dem Farbwert K1 im ersten
 20 Druckprozeß.

Im Schritt S6 werden aus dem Farbprofil des ersten Druckprozesses die Transformationsfunktionen
 25

$$\begin{aligned} &L(C1, M1, Y1) \\ &A(C1, M1, Y1) \\ &B(C1, M1, Y1) \end{aligned} \quad (2)$$

30 bestimmt. Dazu wird $K1=0$ gesetzt, und die Farbkomponenten C, M und Y werden in ihrem Wertebereich variiert, z.B. $C = 0 \dots 255$, $M = 0 \dots 255$, $Y = 0 \dots 255$. Für alle möglichen Wertekombinationen von $[C, M, Y]$ ergeben sich dann aus dem

- 8 -

Farbprofil die zugehörigen LAB-Farbwerte, d.h. die obigen Transformationsfunktionen.

Im Schritt S7 werden in gleicher Weise aus dem Farbprofil des zweiten Druckprozesses die entsprechenden Transformationsfunktionen

$$\begin{aligned} &L(C2, M2, Y2) \\ &A(C2, M2, Y2) \\ 10 \quad &B(C2, M2, Y2) \end{aligned} \quad (3)$$

bestimmt. Die Funktionen haben im allgemeinen einen monotonen Verlauf. Falls sie an manchen Stellen doch nicht monoton sind, werden sie im Schritt S8 so modifiziert, daß sie einen monotonen Verlauf erhalten. Dies geschieht in analoger

15 Weise, wie es an dem Beispiel von Fig. 3 erläutert wurde. Im Unterschied zu Fig. 3 ist jedoch nicht eine Kurve zu glätten sondern Flächen über den drei unabhängigen Variablen $[C2, M2, Y2]$. Das Monotonisierungsverfahren muß dann entsprechend auf mehrere Dimensionen erweitert werden.

20 Im Schritt S9 wird dann das Funktionensystem nach den Gleichungen (3) invertiert, so daß man die Funktionen

$$\begin{aligned} &C2(L, A, B) \\ &M2(L, A, B) \\ 25 \quad &Y2(L, A, B) \end{aligned} \quad (4)$$

erhält. Anschließend werden im Schritt S10 diese Funktionen mit den im Schritt S6 gewonnenen Transformationsfunktionen (nach den Gleichungen (2)) durch "Hintereinanderschalten" verknüpft, d.h. die Funktionen

$$\begin{aligned} 30 \quad &C2(C1, M1, Y1) \\ &M2(C1, M1, Y1) \\ &Y2(C1, M1, Y1) \end{aligned} \quad (5)$$

gebildet. Diese Funktionen geben für reine Farben an, d.h. für Farben ohne Schwarzanteil, welche Farbwerte $[C2, M2, Y2]$ im zweiten Druckprozeß zu verwenden sind, damit der gleiche visuelle Farb- und Helligkeitseindruck erzeugt wird wie mit den Farbwerten $[C1, M1, Y1]$ im ersten Druckprozeß.

5

Im Schritt S11 werden schließlich die im Schritt S10 gewonnenen Transformationsfunktionen für reine Farben nach den Gleichungen (5) und die im Schritt S5 gewonnene Transformationsfunktion für rein schwarze bzw. graue Farben nach der Gleichung (1) zu einer vierdimensionalen Transformation

10

$$\begin{aligned} C2(C1, M1, Y1, K1) \\ M2(C1, M1, Y1, K1) \\ Y2(C1, M1, Y1, K1) \\ K2(C1, M1, Y1, K1) \end{aligned} \quad (6)$$

15

verbunden, mit der zu jeder für den ersten Druckprozeß gegebenen Kombination von Farbwerten $[C1, M1, Y1, K1]$ eine entsprechende Kombination von Farbwerten $[C2, M2, Y2, K2]$ für den zweiten Druckprozeß ermittelt werden kann. Diese vierdimensionale Transformation ist die gesuchte Druckprozeßanpassung.

20

Wenn die Druckprozeßanpassung beispielsweise in Form eines Tabellenspeichers mit $16 \times 16 \times 16 \times 16$ Stützwerten erstellt werden soll, können die Transformationsfunktionen für reine Farben (Gleichungen (5)) und die Transformationsfunktion für rein schwarze bzw. graue Farben (Gleichung (1)) in folgender

25 Weise verbunden werden. Jedem der $16 \times 16 \times 16 \times 16$ Tabellenspeicherplätze entspricht eine Wertekombination $[C1, M1, Y1, K1]$, die im folgenden als "Adresse" bezeichnet werden soll. Dabei kann jede der vier Komponenten 16 diskrete Werte annehmen. In jedem Tabellenspeicherplatz sollen Wertekombinationen $[C2, M2, Y2, K2]$ gespeichert werden, die im folgenden als "Funktionswerte" be-

30 zeichnet werden. Zunächst werden für alle Adressen nach den Gleichungen (5) die zugeordneten Funktionswerte $[C2, M2, Y2]$ in den Tabellenspeicher geschrieben. Dabei spielt die Adreßkomponente $K1$ keine Rolle, d.h. sie kann jeden der

- 10 -

möglichen 16 Werte annehmen. Alle Adressen mit einer bestimmten Kombination von Adreßkomponenten [C1,M1,Y1] erhalten die nach den Gleichungen (5) zugeordneten Funktionswerte [C2,M2,Y2]. Anschließend wird in alle Adressen nach der Gleichung (1) der zugeordnete Funktionswert K2 geschrieben. Dabei spielen die Adreßkomponenten [C1,M1,Y1] keine Rolle, d.h. sie können jede der möglichen $16 \times 16 \times 16$ Kombinationen annehmen. Alle Adressen mit einer bestimmten Adreßkomponente K1 erhalten den nach der Gleichung (1) zugeordneten Funktionswert K2. Dabei werden die zuvor eingeschriebenen Funktionswerte [C2,M2,Y2] nicht verändert.

10

Die nach dem bisher beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren gewonnene vierdimensionale Farbraumtransformation erfüllt die wesentlichen Anforderungen an eine Druckprozeßanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus aus dem ersten Druckprozeß. Rein schwarze bzw. graue Farben bleiben auch im zweiten Druckprozeß rein schwarz bzw. grau, und die visuell empfundenen Helligkeiten stimmen für solche Farben überein. Außerdem haben reine Farben ohne Schwarzanteil in beiden Druckprozessen die gleichen visuell empfundenen Farben und Helligkeiten. Es können jedoch auch noch Restfehler vorhanden sein, deren Größe davon abhängt, wie stark sich der erste und der zweite Druckprozeß unterscheiden. Bei nicht reinen Farben, d.h. Farben mit einem Schwarzanteil, stimmen die LAB-Farbwerte in beiden Druckprozessen nicht ganz überein. Auch bei rein schwarzen bzw. grauen Farben können die LAB-Farbwerte eventuell etwas unterschiedlich sein, wenn die schwarze Druckfarbe des zweiten Druckprozesses gegenüber der des ersten Druckprozesses einen leichten Farbstich hat oder umgekehrt. Um solche Restfehler zu verringern, kann die im Schritt S11 (Fig. 2c) gewonnene Druckprozeßanpassung von Farbwerten [C1,M1,Y1,K1] des ersten Druckprozesses zu Farbwerten [C2,M2,Y2,K2] des zweiten Druckprozesses weiter optimiert werden.

30

Fig. 4 zeigt die weitere Optimierung der Druckprozeßanpassung als Ablaufdiagramm. Für alle Tabellenwerte der Druckanpassung werden die Schritte S12, S13 und S14 nacheinander ausgeführt. Im Schritt S12 werden für eine Adresse

[C1,M1,Y1,K1] die Farbwerte [L1,A1,B1] aus dem Farbprofil des ersten Druckprozesses bestimmt. Im Schritt S13 werden für die der Adresse zugeordneten Funktionswerte [C2,M2,Y2,K2] die Farbwerte [L2,A2,B2] aus dem Farbprofil des zweiten Druckprozesses bestimmt. Für eine optimale Druckanpassung sollten diese LAB-Farbwerte des ersten und zweiten Druckprozesses für alle Farben übereinstimmen. Aus den verbliebenen Differenzen werden im Schritt S14 korrigierte Farbwerte [L2neu,A2neu,B2neu] berechnet.

$$\begin{aligned} L2_{\text{neu}} &= L2 + (L1 - L2) \times g \\ A2_{\text{neu}} &= A2 + (A1 - A2) \times g \\ B2_{\text{neu}} &= B2 + (B1 - B2) \times g \end{aligned} \quad (7)$$

Dabei werden die Differenzen mit einem Gewichtungsfaktor $g < 1$ multipliziert und so zu den Farbwerten [L2,A2,B2] addiert, daß die neuen Farbwerte [L2neu,A2neu,B2neu] näher an den entsprechenden Farbwerten [L1,A1,B1] des ersten Druckprozesses liegen. Aus den neuen LAB-Farbwerten [L2neu,A2neu,B2neu] werden über das Farbprofil des zweiten Druckprozesses entsprechend korrigierte neue Funktionswerte [C2neu, M2neu, Y2neu, K2neu] bestimmt und anstelle der bisherigen Funktionswerte [C2,M2,Y2,K2] in die Druckanpassungstabelle eingesetzt.

Nachdem diese Korrektur für alle Tabellenwerte durchgeführt wurde, wird im Schritt S15 geprüft, ob die mittlere Abweichung zwischen den Farbwerten [L1,A1,B1] des ersten Druckprozesses und den zugeordneten aus den korrigierten Funktionswerten bestimmten Farbwerten [L2,A2,B2] eine Schwelle unterschreitet. Wenn die Schwelle noch nicht unterschritten wird, d.h. wenn die Abweichungen noch zu groß sind, wird der Korrekturzyklus noch einmal für alle Tabellenwerte durchgeführt, andernfalls ist die Optimierung beendet. Als Variante des Korrekturverfahrens kann man aus den Adressen [C1,M1,Y1,K1] und den Funktionswerten [C2,M2,Y2,K2] auch die geräteunabhängigen Farbwerte [X1,Y1,Z1] und die Farbwerte [X2,Y2,Z2] über die Farbprofile bestimmen und aus ihren Differenzen korrigierte Farbwerte [X2neu,Y2neu,Z2neu] errechnen, die dann wiederum in korrigierte Funktionswerte [C2neu,M2neu,Y2neu, K2neu] umgesetzt werden. Eine

- 12 -

weitere Variante ist, den Gewichtungsfaktor g bei jeder Iteration des Korrekturzyklus zu verringern, um sich langsam dem Optimum anzunähern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Farbraumtransformation, mit der die Farbwerte eines ersten Druckprozesses in die Farbwerte eines zweiten Druckprozesses umgesetzt werden, so daß der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses im wesentlichen in den zweiten Druckprozess übernommen wird und der visuelle Eindruck der gedruckten Farben in beiden Druckprozessen im wesentlichen gleich ist, wobei die Farbwiedergabeeigenschaften des ersten Druckprozesses mittels eines ersten Farbprofils charakterisiert sind, das eine Zuordnung zwischen den geräteabhängigen Farbwerten $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses und den Farbwerten $[L, A, B]$ eines geräteunabhängigen Farbraums angibt, und die Farbwiedergabeeigenschaften des zweiten Druckprozesses mittels eines zweiten Farbprofils charakterisiert sind, das eine Zuordnung zwischen den geräteabhängigen Farbwerten $[C2, M2, Y2, K2]$ des zweiten Druckprozesses und den Farbwerten $[L, A, B]$ eines geräteunabhängigen Farbraums angibt,
- dadurch gekennzeichnet**, daß
- a) aus dem ersten Farbprofil ein Helligkeitsverlauf $L(K1)$ bestimmt wird,
 - b) aus dem zweiten Farbprofil ein Helligkeitsverlauf $L(K2)$ bestimmt wird,
 - c) aus dem Helligkeitsverlauf $L(K2)$ ein invertierter Helligkeitsverlauf $K2(L)$ berechnet wird,
 - d) der invertierte Helligkeitsverlauf $K2(L)$ und der Helligkeitsverlauf $L(K1)$ zu einer Transformationsfunktion $K2(K1)$ verknüpft werden,
 - e) aus dem ersten Farbprofil Transformationsfunktionen $L(C1, M1, Y1)$, $A(C1, M1, Y1)$, $B(C1, M1, Y1)$ bestimmt werden,
 - f) aus dem zweiten Farbprofil Transformationsfunktionen $L(C2, M2, Y2)$, $A(C2, M2, Y2)$, $B(C2, M2, Y2)$ bestimmt werden,
 - g) aus den Transformationsfunktionen $L(C2, M2, Y2)$, $A(C2, M2, Y2)$, $B(C2, M2, Y2)$ invertierte Transformationsfunktionen $C2(L, A, B)$, $M2(L, A, B)$, $Y2(L, A, B)$ berechnet werden,
 - h) die invertierten Transformationsfunktionen $C2(L, A, B)$, $M2(L, A, B)$, $Y2(L, A, B)$ und die Transformationsfunktionen $L(C1, M1, Y1)$, $A(C1, M1, Y1)$, $B(C1, M1, Y1)$ zu Transformationsfunktionen $C2(C1, M1, Y1)$, $M2(C1, M1, Y1)$,

$Y2(C1, M1, Y1)$ verknüpft werden, und

- i) die Transformationsfunktionen $C2(C1, M1, Y1)$, $M2(C1, M1, Y1)$, $Y2(C1, M1, Y1)$ mit der Transformationsfunktion $K2(K1)$ zu einer Farbraumtransformation zwischen Farbwerten $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses und Farbwerten $[C2, M2, Y2, K2]$ des zweiten Druckprozesses verbunden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Helligkeitsverlauf $L(K2)$ vor dem Invertieren so korrigiert wird, daß er monoton ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformationsfunktionen $L(C2, M2, Y2)$, $A(C2, M2, Y2)$, $B(C2, M2, Y2)$ vor dem Invertieren so korrigiert werden, daß sie monoton sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbraumtransformation korrigiert wird, indem

- a) aus dem ersten Farbprofil für die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses die geräteunabhängigen Farbwerte $[L1, A1, B1]$ bestimmt werden,
- b) aus dem zweiten Farbprofil für die mit der Farbraumtransformation zugeordneten Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ des zweiten Druckprozesses die geräteunabhängigen Farbwerte $[L2, A2, B2]$ bestimmt werden,
- c) aus der Abweichung zwischen den Farbwerten $[L1, A1, B1]$ und $[L2, A2, B2]$ korrigierte Farbwerte $[L2\text{neu}, A2\text{neu}, B2\text{neu}]$ berechnet werden,
- d) aus den korrigierten Farbwerten $[L2\text{neu}, A2\text{neu}, B2\text{neu}]$ korrigierte geräteabhängige Farbwerte $[C2\text{neu}, M2\text{neu}, Y2\text{neu}, K2\text{neu}]$ ermittelt werden, und
- e) in der Farbraumtransformation die zugeordneten Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]$ des zweiten Druckprozesses durch die korrigierten Farbwerte $[C2\text{neu}, M2\text{neu}, Y2\text{neu}, K2\text{neu}]$ ersetzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur mehrfach durchgeführt wird, bis die mittlere Abweichung zwischen den Farb-

werten $[L1, A1, B1]$ und $[L2, A2, B2]$ einen Schwellwert unterschreitet.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur aus der Abweichung zwischen den geräteunabhängigen Farbwerten $[X1, Y1, Z1]$ und $[X2, Y2, Z2]$ berechnet wird.
- 5

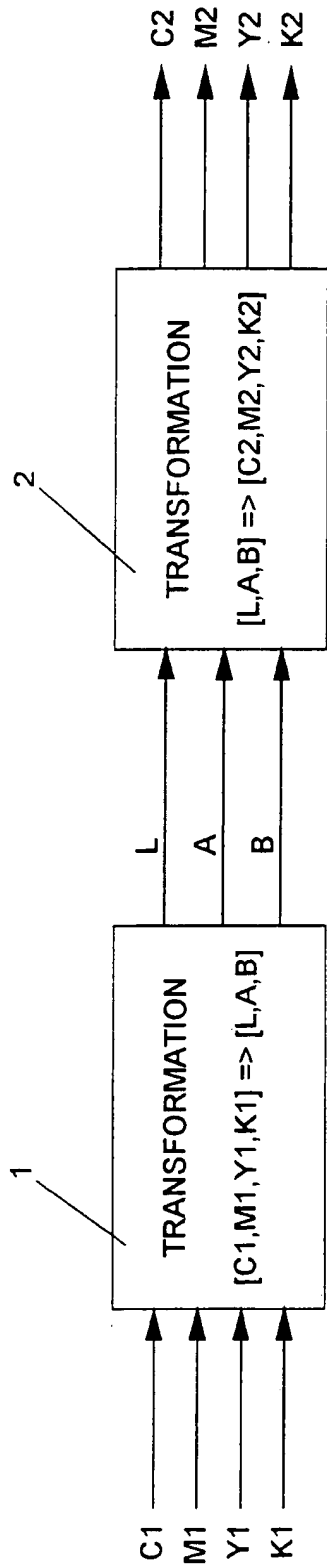


Fig. 1a

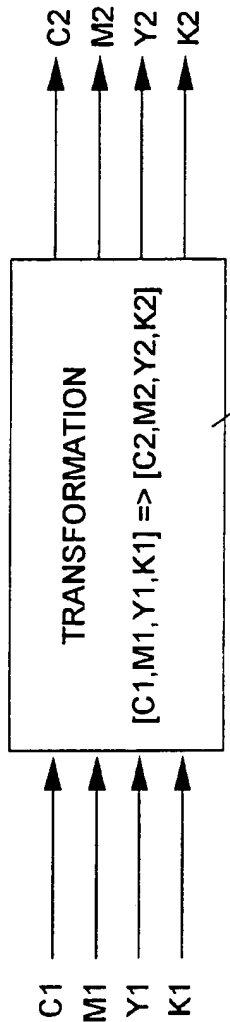


Fig. 1b

2/6

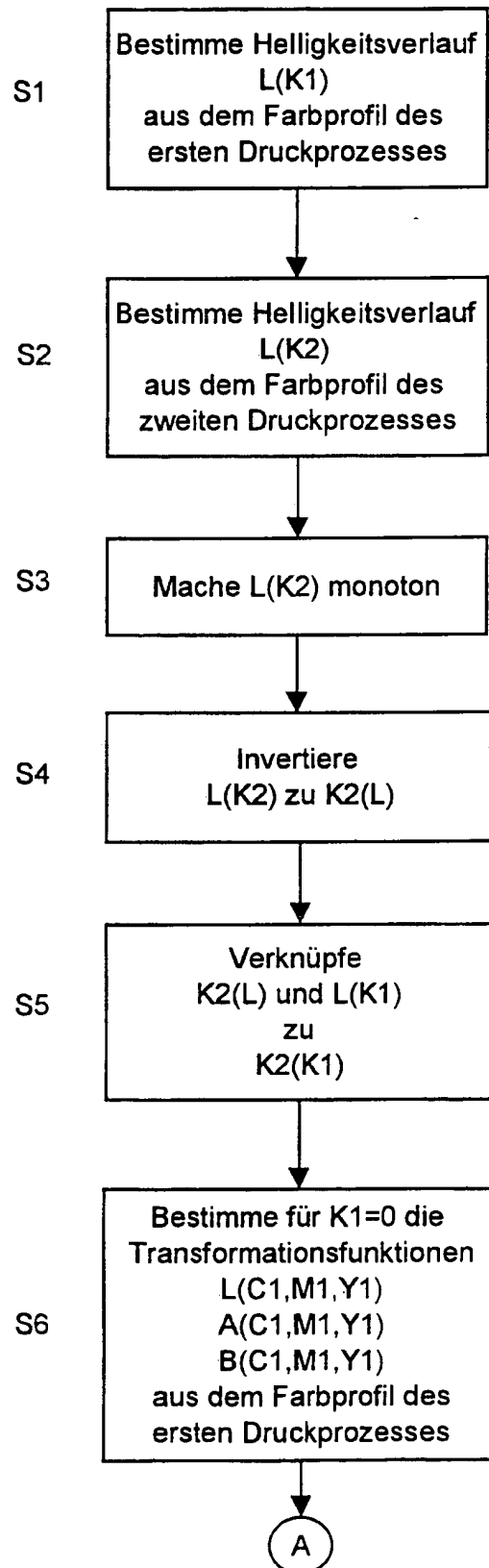


Fig. 2a

3/6

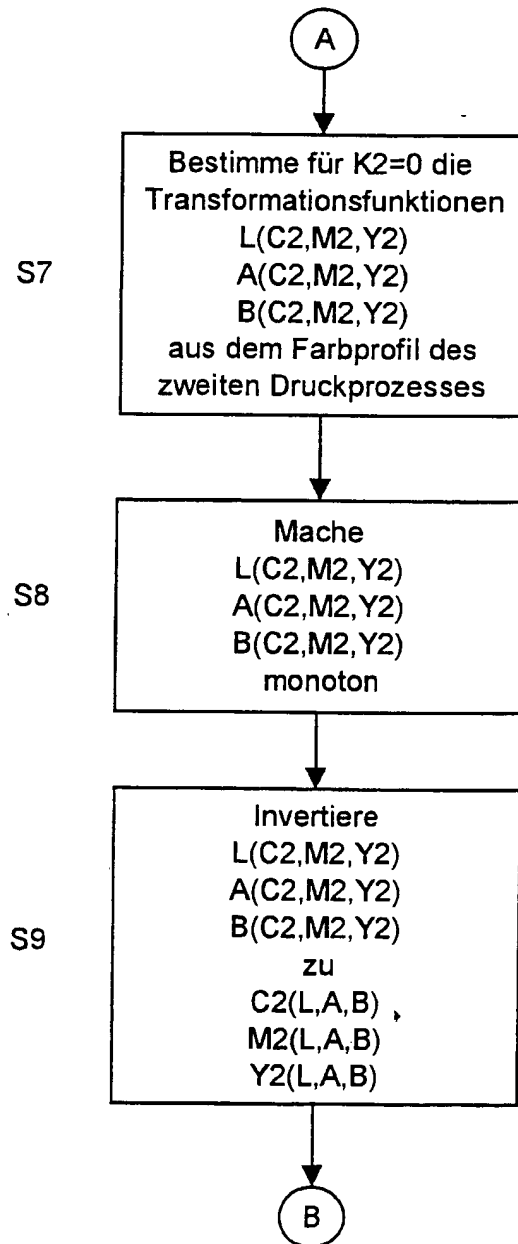


Fig. 2b

4/6

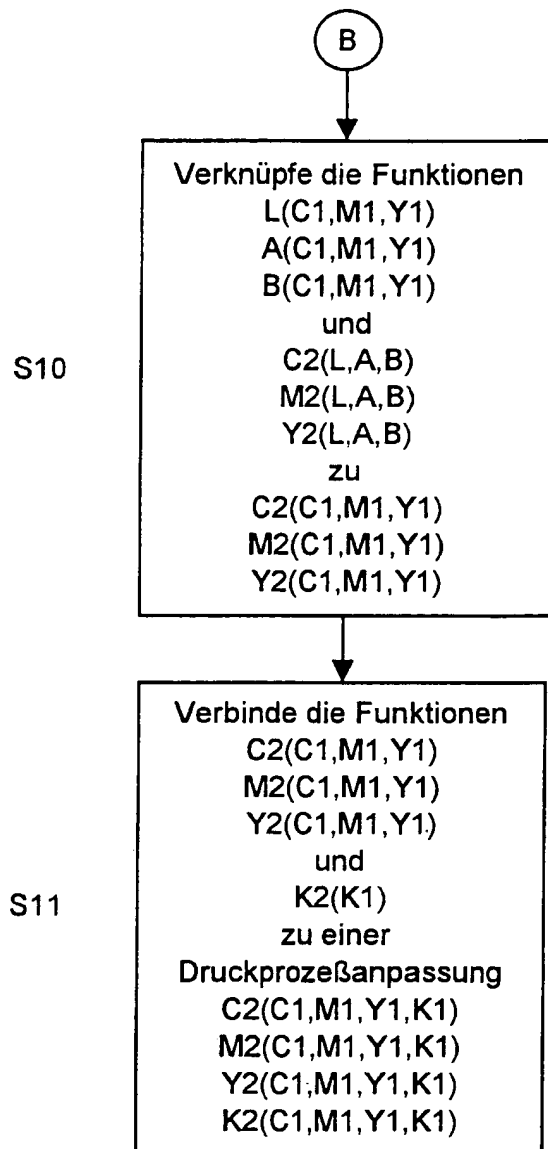


Fig. 2c

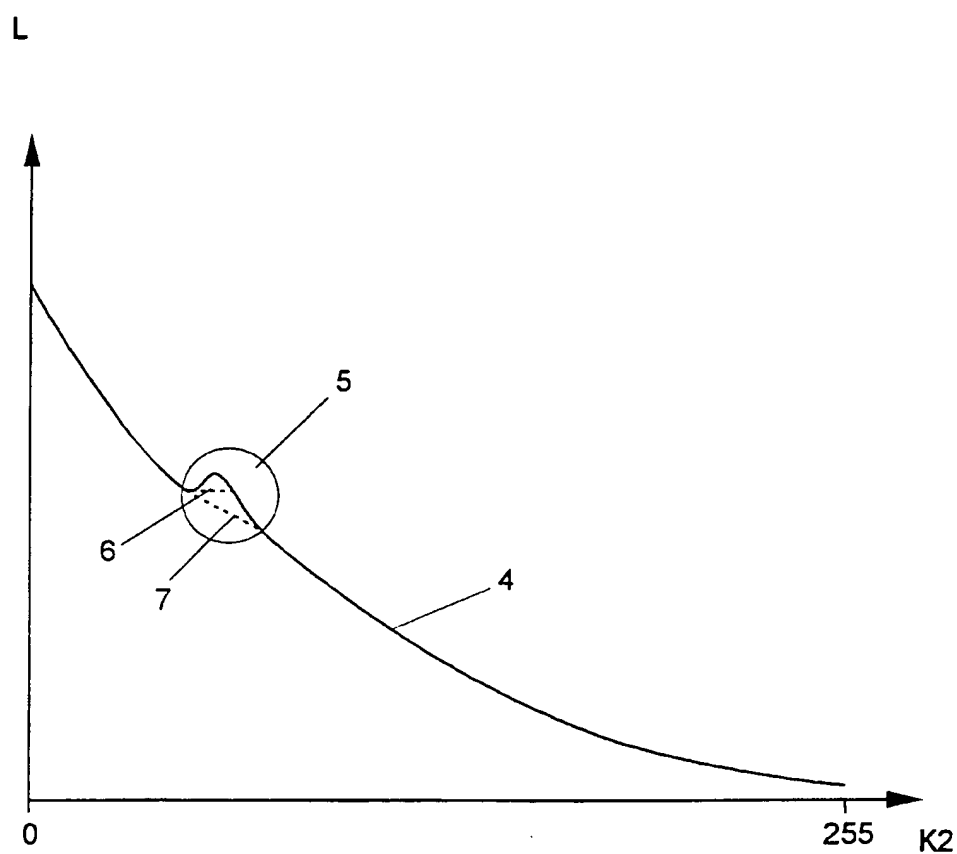


Fig. 3

6/6

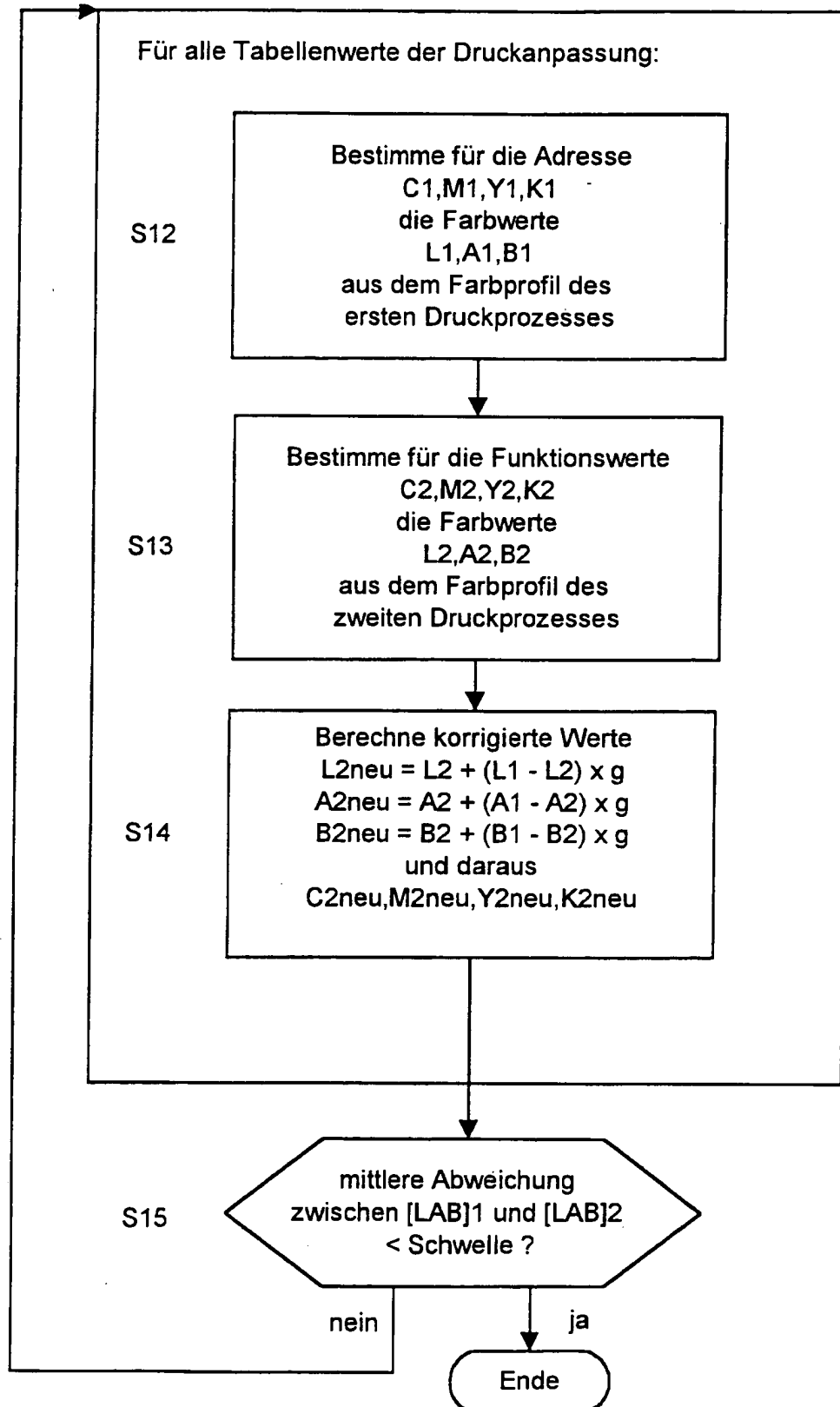


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/DE 00/02959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04N1/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 898 417 A (SCITEX CORP LTD) 24 February 1999 (1999-02-24) the whole document	1
A	EP 0 851 669 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 1 July 1998 (1998-07-01) abstract	1
A	EP 0 494 034 A (IBM) 8 July 1992 (1992-07-08) abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 December 2000

Date of mailing of the international search report

28/12/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Isa, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Application No

PCT/DE 00/02959

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0898417 A	24-02-1999	NONE	
EP 0851669 A	01-07-1998	JP 10191081 A	21-07-1998
EP 0494034 A	08-07-1992	CA 2055058 A,C	01-07-1992
		JP 2575560 B	29-01-1997
		JP 4277974 A	02-10-1992
		KR 9508427 B	28-07-1995
		US 5293258 A	08-03-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02959

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04N1/60

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 898 417 A (SCITEX CORP. LTD) 24. Februar 1999 (1999-02-24) das ganze Dokument	1
A	EP 0 851 669 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 1. Juli 1998 (1998-07-01) Zusammenfassung	1
A	EP 0 494 034 A (IBM) 8. Juli 1992 (1992-07-08) Zusammenfassung	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

A Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Dezember 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/12/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Isa, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02959

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0898417 A	24-02-1999	KEINE	
EP 0851669 A	01-07-1998	JP 10191081 A	21-07-1998
EP 0494034 A	08-07-1992	CA 2055058 A,C	01-07-1992
		JP 2575560 B	29-01-1997
		JP 4277974 A	02-10-1992
		KR 9508427 B	28-07-1995
		US 5293258 A	08-03-1994